

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)



⑯ Aktenzeichen: 197 06 029.3  
⑯ Anmeldetag: 17. 2. 97  
⑯ Offenlegungstag: 27. 8. 98

⑯ Anmelder:  
Bayer AG, 51373 Leverkusen, DE

⑯ Erfinder:  
Claussen, Uwe, Dr., Dipl.-Chem., 51379 Leverkusen,  
DE; Kostromine, Serguei, Dr., Dipl.-Chem., 53913  
Swisttal, DE; Neigl, Ralf, Dr., Dipl.-Phys., 51373  
Leverkusen, DE

⑯ Entgegenhaltungen:  
DE 44 31 823 A1  
EP 07 04 513  
EP 07 01 149  
JP 6-138436 (A) mit Abstr. in Pat. Abstr. Jap.;  
JP 2-211420 (A) mit Abstr. in Pat. Abstr. Jap.;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Flüssigkristall-Display

⑯ Es werden Flüssigkristall-Displays vorgeschlagen, bei denen die Phasenkompenstationsschicht aus amorphen optisch anisotropen Polymeren besteht, wobei die optische Anisotropie durch Bestrahlung mit polarisiertem Licht nach Größe und Richtung vorwählbar eingeschrieben ist.

## Beschreibung

Flüssigkristall-Displays haben insbesondere in Form von TN-(twisted nematic-) oder STN-(super twisted nematic-) Displays breite Anwendung gefunden. Aufgrund der erforderlichen Schwellenspannung zur Schaltung eines Displays 5 Elementes sind diese Flüssigkristall-Systeme zur Multiplex-Ansteuerung geeignet. Größere Displays, insbesondere für Laptop-Bildschirme, die mehr als  $10^5$  Display-Elemente (Pixel) aufweisen, können mit Hilfe der Dünnfilm-Feldeffekt-Transistortechnologie (TFT) hergestellt werden. Zur Display-Technologie siehe Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry, Vol. A 15, 1990, Seite 359 bis 391, insbesondere Seite 272 bis 277 sowie Vol. A 8, Seite 619 bis 621.

Das Flüssigkristall-Display beruht auf einer durch Anlegen eines elektrischen Feldes bewirkten Änderung der Richtung der optischen Achse in einer Schicht aus einer doppelbrechenden organischen Flüssigkeit mit quasi kristalliner 10 Ordnung. Polarisiertes Licht erfährt beim Durchtreten der Flüssigkristallschicht eine Drehung der Polarisationsebene. Be- trachtet man das durch die Flüssigkristallschicht hindurchgetretene polarisierte Licht durch eine zweite Polarisationsfolie, ergeben sich je nach Drehung der Polarisationsebene des Lichtes Hell-Dunkel-Kontraste.

Dabei wird ein möglichst unbunter Schwarz-/Weiß- bzw. Graustufen-Kontrast angestrebt. Aufgrund des Phasenunterschiedes von ordentlichen und außerordentlichen Lichtstrahl kommt es aber zur Auslöschung bestimmter Wellenlängen 15 des weißen Lichtspektrums. Dem wird dadurch begegnet, daß der Phasenunterschied mittels  $\lambda/4$ - bis  $\lambda/2$ -Plättchen ausgeglichen wird. Der Ausgleich des Phasenunterschiedes gelingt aber nur im Bereich kleiner Betrachtungswinkel. Daher wurde auch bereits vorgeschlagen, die Phasenkompensation durch zusätzliche flüssigkristalline Schichten, die nicht 20 durch elektrische Felder angeregt werden, auszugleichen. So wird gemäß US-A 5 472 635 vorgeschlagen, einen nematischen Flüssigkristall unterhalb der Glasübergangstemperatur einzusetzen, wobei die nematische Phase eingefroren ist. Gemäß EP-A 646 829 wird dagegen vorgeschlagen, eine Schicht aus einem niedermolekularen discotischen Flüssigkristall als Phasenkompensationsschicht einzusetzen.

Nachteilig an diesen Vorschlägen ist, daß einerseits hohe Anforderungen an die Dicke der flüssigkristallinen Schicht zu stellen sind und ferner zusätzliche transparente Trägerplatten, zwischen denen die flüssigkristalline Schicht aufgenommen wird, erforderlich sind.

Erfundungsgemäß wird nun vorgeschlagen, als Phasenkompensationsschicht eine Folie aus einem amorphen, optisch anisotropen Polymeren, dessen optische Anisotropie durch Bestrahlung mit polarisiertem Licht nach Richtung und Größe vorwählbar einschreibbar ist, vorzusehen.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist demgemäß ein Flüssigkristall-Display, das eine Flüssigkristallzelle, die 30 eine Schicht aus einem flüssigkristallinen Material mit positiv dielektrischer Anisotropie zwischen zwei Elektrodenplatten enthält, außerhalb der Elektrodenplatten angeordnete Polarisatorplatten sowie eine zwischen mindestens einer der Elektrodenplatte und der dieser zugewandten Polarisatorplatte angeordnete Phasenkompensationsschicht aufweist, das dadurch gekennzeichnet ist, daß die Phasenkompensationsschicht aus einem amorphen, optisch anisotropen Polymeren besteht, dessen optische Anisotropie durch Bestrahlung mit polarisiertem Licht nach Richtung und Größe vorwählbar 35 einschreibbar ist.

Für die erfundungsgemäße Phasenkompensationsschicht geeignete Polymere sind als photo-adressierbare Polymere an sich bekannt; siehe z. B. "Polymers as Electrooptical and Photooptical Active Media", V.P. Shibaev (Hrsg.), Springer Verlag, New York 1995. Insbesondere eignen sich Seitengruppenpolymere, von denen die Gruppe der Copolymere sich durch eine sehr breite Variationsmöglichkeit der Eigenschaften auszeichnet. Diese Substanzen kennzeichnet die Fähigkeit, beim Bestrahlen mit polarisiertem Licht ausreichender Intensität eine dauerhafte gerichtete Doppelbrechung auszubilden.

Geeignete Polymere sind beispielsweise auch aus den DE-A 38 10 722, DE-A 39 20 420, EP-A 622 789, EPA 704 513 und WO 96/08007 bekannt.

Erfundungsgemäß bevorzugt einsetzbare Polymere sind in den EP-A 622 789 und EP-A 704 513 offenbart. Erfundungsgemäß weiter bevorzugt sind Homo- und Copolymere mit einer als Rückgrat wirkenden Hauptkette und davon abzweigenden, kovalent gebundenen Seitengruppen der Formeln

S<sup>1</sup>-T<sup>1</sup>-Q<sup>1</sup>-A (Homopolymere) (I)

oder

S<sup>1</sup>-T<sup>1</sup>-Q<sup>1</sup>-Λ (I)

und

S<sup>2</sup>-T<sup>2</sup>-Q<sup>2</sup>-M (Copolymere) (II)

worin

S<sup>1</sup>, S<sup>2</sup> die Atome O, S oder den Rest NR<sup>6</sup>,

R<sup>6</sup> Wasserstoff oder C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkyl,

T<sup>1</sup>, T<sup>2</sup> den Rest (CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>, der gegebenenfalls durch -O-, NR<sup>6</sup>- oder OSiR<sup>6</sup><sub>2</sub>O- unterbrochen und/oder gegebenenfalls durch Methyl oder Ethyl substituiert sein kann,

n die Zahlen 2, 3 oder 4,

Q<sup>1</sup>, Q<sup>2</sup> einen zweibindigen Rest,

A eine Einheit, die elektromagnetische Strahlung aufnehmen kann und

M eine polarisierbare, aromatische Gruppe mit wenigstens 10 π-Elektronen bedeuten.

Insbesondere bedeuten

Q<sup>1</sup>, Q<sup>2</sup> die Substituenten -S-, -SO<sub>2</sub>-, -O-, -COO-, -CONR<sup>6</sup>-, -NR<sup>6</sup>CO-, -NR<sup>1</sup>-, (CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>- mit m = 1 oder 2 oder die Gruppe

-Z<sup>1</sup>-X-Z<sup>2</sup>, worin

Z<sup>1</sup>, Z<sup>2</sup> für die Substituenten -S-, -SO<sub>2</sub>-, -O-, -COO-, -OCO-, -CONR<sup>6</sup>-, -NR<sup>6</sup>CO-, -NR<sup>1</sup>-, -N=N-, -CH=CH-, -N=CH-, -CH=N- und

X für einen 5- oder 6-gliedrigen cycloaliphatischen, aromatischen oder heterocyclischen Ring, den Rest -C<sub>10</sub>H<sub>6</sub>-, den Biphenylrest, die Gruppe -(CH=CH)<sub>m</sub>- und im Falle, daß Z = -COO- oder -CONR<sup>6</sup>, auch für eine direkte Bindung, steht, A einen Azofarbstoff, der im Wellenlängenbereich zwischen 13 000 und 28 000 cm<sup>-1</sup> oder einen Stilbenfarbstoff zwischen 15 000 und 29 000 cm<sup>-1</sup> absorbiert und

M ein Mesogen oder eine polarisierbare, aromatische Gruppe mit wenigstens 10  $\pi$ -Elektronen, mit der Maßgabe bedeutet, daß V<sub>max</sub>(Q<sup>2</sup>-M) > V<sub>max</sub>(Q<sup>1</sup>-A) ist.

Bevorzugt sind Farbstoffe A, deren Absorptionsmaximum bei Wellenzahlen > 23 000 cm<sup>-1</sup> liegt. Die Verbindungen sind bekannt.

Als Rückgrat bildende Hauptkette werden bevorzugt (Meth)acrylate eingesetzt.

Die erfundungsgemäßen Seitengruppenpolymeren sind im glasartigen Zustand der Polymeren optisch isotrop, amorph, transparent und nicht-lichtstreuend und können aus geeigneten Lösungsmitteln zu klar durchsichtigen Filmen vergossen werden.

Durch entsprechende Maßnahmen lassen sich auch mehrschichtige Filme erzeugen. Werden die Schichten aus Seitenkettenpolymeren gefertigt, die bei unterschiedlichen Wellenlängen absorbierende Gruppen enthalten, dann kann man bei geeigneter Wahl der Schreibwellenlänge unabhängig voneinander verschiedene Werte der Doppelbrechung in den gleichen Film schreiben.

Die Doppelbrechungen werden mittels polarisierten Lichts in die isotrope Schicht eingeschrieben, für deren Brechzahl n in den 3 Raumrichtungen x, y und z gilt n<sub>x</sub> = n<sub>y</sub> = n<sub>z</sub>. Das aus der z-Richtung einfallende, in der s-Richtung polarisierte Licht spannt eine Fläche auf, in der gilt: n<sub>x</sub> ≠ n<sub>y</sub> und n<sub>x</sub>-Δn<sub>x</sub> = n<sub>y</sub> + Δn<sub>y</sub>. Diese Fläche ist um den Winkel gegen die Oberfläche der Folie geneigt, den die z-Richtung mit ihrer Flächennormalen bildet. Die eingeschriebene Doppelbrechungsänderung kann uni- oder biaxial sein, was von der Wahl der Komponenten und in gewissem Maße auch von der Wahl der Einschreibwellenlänge abhängt. Je geringer die Absorption, desto mehr nähert sich das Ergebnis einer uniaxialen Verteilung.

Ein besonderer Vorzug der Erfindung ist es, die Doppelbrechung ortsaufgelöst nach Wunsch einstellen zu können, beispielsweise mit einem Gradienten von der Mitte des Displays zum Rand oder zur Erzeugung von permanenten Mustern, Bildern, Zeichen oder Schattierungen auf dem Display.

Die Polymeren können selbsttragende Filme bilden.

Vorzugsweise werden sie aber auf Trägermaterialien aufgebracht. Dies kann durch verschiedene an sich bekannte Techniken geschehen, wobei das Verfahren danach ausgewählt wird, ob eine dicke oder dünne Schicht gewünscht wird. Dünne Schichten können z. B. durch Spinoaten oder Rakeln aus Lösungen oder der Schmelze, dickere durch von vorgefertigten Zellen, Schmelzpressen oder Extrudieren erzeugt werden.

Erfundungsgemäß bevorzugt wird die Phasenkompenstationsschicht direkt auf der Polarisatorfolie erzeugt bzw. auf diese aufgebracht, so daß ein besonderes Trägermaterial für die Polymerschicht nicht erforderlich ist. Hierdurch wird der Herstellungsprozeß erfundungsgemäßer Displays erheblich vereinfacht. Die Einschreibung der Doppelbrechung erfolgt von der nicht durch die Polarisationsfolie abgedeckten Seite der Phasenkompenstationsschicht.

Die beigefügte Figur zeigt den prinzipiellen Aufbau eines STN-Displays. Dieser besteht aus einer Flüssigkristallschicht 1, die sich zwischen den Glas-Trägerschichten 2 und 3 befindet. Auf die Glas-Trägerschichten 10 und 11 sind die transparenten Elektrodenstrukturen aus Indium-Zinn-Oxid (ITO) 2 und 3 sowie gegebenenfalls die TFT-Schicht aufgebracht. Über der Elektrodenenschicht befindet sich die Orientierungsschicht 4 bzw. 5, in allgemeinen eine gebürstete Polyimidschicht, die eingearbeitet wird. Die Bürstrichtungen der beiden Orientierungsschichten sind um 90 bis 270° gegeneinander verdreht. Auf die durch die Glasträgerschichten definierte flüssigkristalline Zelle werden nun beidseitig Polarisationschichten 6 und 7 mit um 60 bis 120° verdrehter Polarisationsebene aufgebracht. Zwischen Trägerschichten 2 und 3 und Polarisationschichten 6 und 7 befinden sich die Phasenkompenstationsschichten 9 und 10, deren Polarisationsrichtung wiederum um einen Winkel von 60 bis 120° gegen die jeweils gegenüberliegende Polarisationschicht verdreht ist. Die Polarisationsfolien weisen im allgemeinen einen mehrschichtigen Aufbau auf, dem erfundungsgemäß bevorzugt als weitere Schicht die Phasenkompenstationsschicht hinzugefügt wird. Im Falle eines reflektiv betriebenen Displays ist die rückseitige Glasträgerschicht verspiegelt.

Die nachfolgenden Beispiele erläutern den von der Bestrahlungsdichte und der Polarisierung der Strahlung abhängige, in die Phasenkompenstationsschicht einprägbare Doppelbrechung.

### Beispiel 1

Ausgehend von 2,4-Dicyano-4'-[(4-oxyethylenmethacryloyl)-benzamido]-azobenzol wird das Homopolymer durch radikalische Polymerisation hergestellt und das gereinigte Polymer durch Spinoaten auf einen Glasträger in einer Schichtdicke von 0,8  $\mu$  aufgebracht. Die maximale Absorption liegt bei 25 300 cm<sup>-1</sup>.

Die Proben werden mit Laserlicht der Wellenlänge 488 nm (20 500 cm<sup>-1</sup>) in der z-Richtung einfallend 20 h bestrahlt und anschließend in einem Prismenkoppler die Brechungsindizes richtungsabhängig gemessen. Man erhält:

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Bestrahlungsdichte	$n_x$	$n_y$	$n_z$
0	1,701	1,703	1,644
4 mW/cm <sup>2</sup>	1,735	1,617	1,705
20 mW/cm <sup>2</sup>	1,718	1,627	1,718

10 Man erhält eine uniaxiale Orientierung.

Beispiel 2

15 Man verfährt wie in Beispiel 1 angegeben, verwendet aber an Stelle des Homopolymers ein Copolymer aus 40 Mol-% des in Beispiel 1 genannten Monomeren und 60 Mol-% des 2,4-Dicyano-4(N-methyl-N'-ethylenoxymethacryloyl)-azobenzol.

20 Die Proben werden mit Laserlicht der Wellenlänge 488 nm (20 500 cm<sup>-1</sup>) und der Leistungsdichte 20 mW/cm<sup>2</sup> in der z-Richtung einfallend bestrahlt und anschließend in einem Prismenkoppler die Brechungsindizes richtungsabhängig gemessen. Man erhält:

nach	$n_x$	$n_y$	$n_z$
0 h	1,832	1,832	1,738
2 h	1,860	1,787	1,759
4 h	1,891	1,734	1,780
20 h	1,921	1,601	1,792

30 Man sieht, daß sich eine starke biaxiale Anisotropie ausgebildet hat.

Patentansprüche

35 1. Flüssigkristall-Display, das eine Flüssigkristallzelle, die eine Schicht aus einem Material mit positiv dielektrischer Anisotropie zwischen zwei Elektrodenplatten enthält, außerhalb der Elektrodenplatten angeordnete Polarisationsplatten sowie eine zwischen mindestens einer der Elektrodenplatten und der dieser zugewandten Polarisationsplatte angeordnete Phasenkompensationsschicht aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenkompensationsschicht aus einem amorphen, optisch anisotropen Polymeren besteht, dessen optische Anisotropie durch Bestrahlung mit polarisiertem Licht nach Richtung und Größe vorwählbar einstellbar ist.

40 2. Flüssigkristall-Display nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenkompensationsschicht aus optisch adressierbaren Seitenkettenpolymeren besteht.

45 3. Flüssigkristall-Display nach Anspruch 1 oder 2, wobei die optische Anisotropie der Phasenkompensationsschicht ortsabhängig eingeschrieben ist.

45 Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

50

55

60

65

- Leerseite -

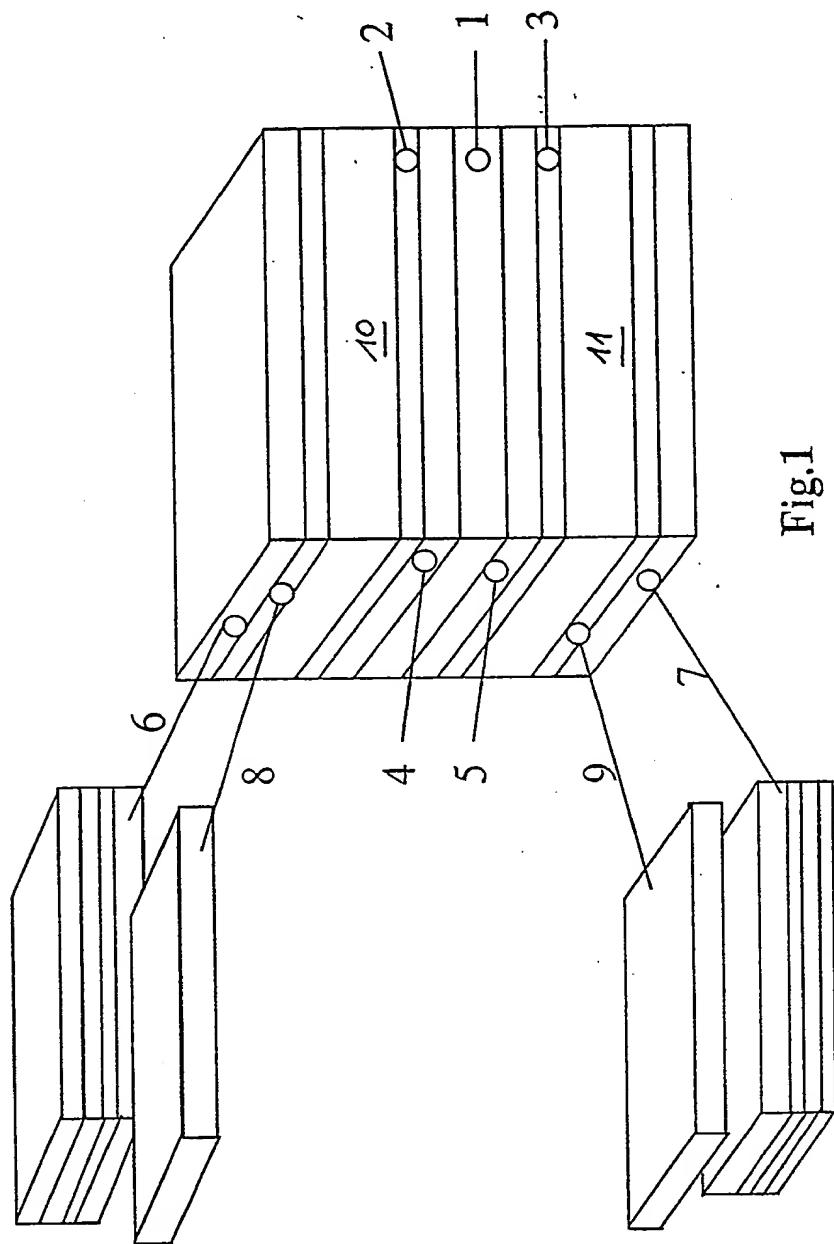


Fig.1